

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 19 NOV 2003

WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

102 53 535.3

Anmeldetag:

16. November 2002

Anmelder/Inhaber:

SMS Demag AG,
Düsseldorf/DE

Bezeichnung:

Gaszuleitungssystem für einen metallurgischen
Ofen sowie Betriebsverfahren hierzu

IPC:

C 21 C 5/48

BEST AVAILABLE COPY

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Brosig

15.11.2002

40 347

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

Gaszuleitungssystem für einen metallurgischen Ofen sowie Betriebsverfahren hierzu

Die Erfindung betrifft ein Gaszuleitungssystem sowie ein Betriebsverfahren für ein solches System für einen seiten- und/oder bodenblasenden metallurgischen Ofen, insbesondere einen Konverter zur Herstellung von Kohlenstoffstählen oder rostfreien Stählen, mit mindestens einer Düse, die in der Ofenseitenwand und/oder im Ofenboden angeordnet ist, wobei Gas über eine Leitung zur Düse und über die Düse in das Innere des metallurgischen Ofens gefördert wird.

Zur Herstellung rostfreier Stähle ist es bekannt, beispielsweise Konverter vom Typ AOD (Argon-Oxygen-Decarburization) mit seitlich angeordneten Düsen einzusetzen, während für andere Stahlqualitäten auch Konverter mit Bodendüsen eingesetzt werden. Bei beiden Konvertertypen werden die Düsen mit unterschiedlichen Mischungen von Sauerstoff und Argon beaufschlagt. Die Düsen liegen in Blasstellung des Converters unterhalb des Metallbadspiegels. Beim Betreiben derartiger Konverter tritt ein Phänomen auf, das in der Literatur als "back-attack" bekannt geworden ist und mittels Hochgeschwindigkeits-Fotografie nachgewiesen wurde.

Das „back-attack“-Phänomen ist in dem Artikel "Characteristics of Submerged Gas Jets And A New Type Bottom Blowing Tuyere" von T. Aoki, S. Masuda, A. Hatono und M. Taga beschrieben, veröffentlicht in „Injection Phenomena in Extraction and

Refining", ed. by A.E. Wraith, April 1982, Seiten A1- 36. Mit Hilfe der Fig. 5 und 6 wird dieser „back-attack“-Effekt näher beschrieben.

Fig. 5 zeigt hierbei schematisch anhand von 5 Stadien die einzelnen zeitlichen Abfolgen beim Eintritt eines Gasstrahls in eine Metallschmelze und den „back-attack“-Effekt.

In der ersten Phase tritt der Gasstrahl 101 aus der horizontal liegenden Düse 102 annähernd horizontal in die Metallschmelze 103 ein (Fig. 5, Teilbild 1). Es bildet sich eine Gasblasen-Säule 104. In einer zweiten Phase erfolgt eine weitere Expansion der Gasblase in das Innere der Metallschmelze 103 (Teilbild 2). Danach tritt eine Einschnürung 105 am "Stiel" der Gasblase sowie eine „Kollabierung“ auf (Teilbild 3), und schließlich löst sich die Gasblase 106 großformatig ab (Teilbild 4). In diesem Moment prallt der Gasstrahl 101 gegen die Wand der aus Flüssigmetall gebildeten Kaverne und wird in Richtung auf die aus Feuerfest-Material bestehende Konverterwand 107 umgelenkt, was der eigentliche „back-attack“ ist. In Teilbild 5 ist dann der gleiche Zustand wie in Teilbild 1 erreicht, und der Ablauf wiederholt sich.

Dieser "back-attack" genannte Vorgang wirkt sich in mehrfacher Hinsicht negativ aus. Es kommt zu einer Schlagbeanspruchung auf die Konverterwand an einer Stelle senkrecht zur Drehachse des Konverters mit einer typischen Frequenz zwischen 2 und 12 Hz. Dies führt zu Schwingungen des Konvertergefäßes und seines Antriebsstranges. Die hierdurch ausgelösten Mikrobewegungen in den Konverterlagern (üblicherweise Kegelrollenlager) und zwischen Großrad und verspannten Ritzeln im Konvertergetriebe führen wegen unzureichender Ausbildung eines Schmierfilms zu einer Reibbeanspruchung und raschem Verschleiß. Die Schwingungen können auch zu Schwingungsbrüchen an der Drehmomentenstütze des Konvertergetriebes und an den Fundamentstützen führen, wenn letztere als Stahlkonstruktion ausgeführt sind. Abhilfe ist beim derzeitigen Stand

der Technik nur möglich durch verstärkte Ausführung und Vergrößerung der Lager sowie spezielle Verriegelungseinrichtungen am Konvertergetriebe. Beide Maßnahmen sind aber mit hohen Investitionskosten verbunden.

Neben der Schlagbeanspruchung ist zudem eine starke Erosion der Feuerfest-Wand des Konverters im Umkreis der Gasdüsen festzustellen. Dieser Effekt konnte auch modellmäßig nachvollzogen werden (vgl. den oben genannten Artikel in „Injection Phenomena in Extraction and Refining“). Hierzu wurde ein Konvertermodell aus Mörtel für das Feuerfest-Material und verdünnte Salzsäure als Schmelze verwendet. Es wurde Luft über eine Bodendüse eingeblasen. Sowohl bei einem Einblasdruck von 4 als auch von 50 kg/cm² entstand um die Düse herum die typischerweise konkav geformte Erosions-Mulde, die allerdings bei dem geringeren Blasdruck größer war.

Der in dieser Zone voreilende Verschleiß begrenzt die Dauer einer Konverterkampagne auf typischerweise 80-100 Schmelzen. Danach muss das gesamte Verschleißmauerwerk des Konverters ausgewechselt werden, obwohl es außerhalb des Düsenbereiches noch Nutzungsreserven hätte. Dieser Umstand beeinflusst erheblich die Wirtschaftlichkeit des Konverterprozesses.

Außerdem führt das große Volumen der sich ablösenden Gasblase zu einem ungünstigen, d.h. kleinen, Oberflächen-Volumenverhältnis. Die Reaktionen zwischen Gas und Metallschmelze laufen deshalb langsamer ab, die Ausnutzung insbesondere des Sauerstoffs ist schlechter, der Durchmischungseffekt zwischen Metallschmelze und der darauf schwimmenden Schlacke ist schlecht. Hierdurch werden die erforderlichen Prozessgasmengen höher und die Betriebskosten ungünstiger.

Aus der Literatur sind verschiedene Methoden bekannt geworden, um den "back-attack"-Effekt abzuschwächen oder möglichst zu beseitigen und so die vorstehend geschilderten negativen Effekte des "back-attack" zu beheben. Eine derartige

Methode (vergl. den oben genannten Artikel in „Injection Phenomena in Extraction and Refining“) bestand darin, von Düsen mit rundem Querschnitt abzugehen und stattdessen Düsen mit schlitzartigem Querschnitt zu verwenden. Diese sind jedoch schwieriger herzustellen als runde Düsen; sie sind deshalb teurer und auch schwieriger einzubauen. Zudem ist es praktisch nicht möglich, zuverlässige Schlitzdüsen mit einem Ringspalt herzustellen. Je nach Druckdifferenz zwischen Innenrohr und Ringspalt dehnt sich das Innenrohr unterschiedlich aus, und der Ringspalt-Querschnitt ändert sich ungewollt und ungleichmäßig. Die Methode hat sich aus diesen Gründen nicht durchgesetzt.

Bei der o.g. Modelluntersuchung wurde der Blasdruck über die üblichen 15 bar (bei denen die Schlagbeanspruchung zufällig am größten ist) bis auf Werte von 80 kg/cm² angehoben (vgl. ebenfalls den o.g. Artikel in „Injection Phenomena in Extraction and Refining“). Die sich ergebenden Verhältnisse sind mit Fig. 6 dargestellt. Es wird der Effekt des steigenden Blasdrucks auf den „back-attack“-Effekt bei einer kreisförmigen Düse mit einem Innendurchmesser von 1,7 mm gezeigt, wobei modellhaft Stickstoff in Wasser geblasen wurde. Mit zunehmendem Blasdruck sinkt die Frequenz des „back-attacks“ deutlich ab, weil die Gasblase sich über einen größeren Abstand erstreckt. Der kumulierte Strahlimpuls steigt zuerst mit zunehmendem Blasdruck an, um dann ebenfalls bei einem Blasdruck von etwa 15 kg/cm² abzufallen.

Eine weitere Methode, auf den "back-attack"-Effekt Einfluß zu nehmen, besteht in der Verwendung einer Ringdüse mit oder ohne spiralförmigem Dralleinsatz (vgl. "Back-attack Action of Gas Jets with Submerged Horizontally Blowing and Its Effects on Erosion and Wear of Refractory Lining", J.-H. Wei, J.-C. Ma, Y.-Y. Fan, N.-W. Yu, S.-L. Yang und S.-H. Xiang, 2000 Ironmaking Conference Proceedings, S. 559 – 569). Hier wird durch den Spiraleinsatz eine Rotationsbewegung des Gasstroms herbeigeführt, die zu einer besseren Baddurchmischung, kleineren Blasen und damit geringerem "back-attack", geringerem Feuerfest-Verschleiß und

besserer Gasausnutzung führen soll. Ein Nachteil wird in dem höheren Druckverlust der Düsen mit Spiraleinsatz gesehen. Dieser erfordert eine Erhöhung des Gas-Vordruckes, die nicht in allen Fällen möglich ist.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den "back-attack"-Effekt in metallurgischen Öfen abzumildern oder zu beseitigen, wobei die oben genannten Nachteile nicht auftreten sollen.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht in einem Gaszuleitungssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und einem Verfahren nach den Merkmalen des Anspruchs 7.

Es wird vorgeschlagen, dass das Gaszuleitungssystem des metallurgischen Ofens eine der Düse vor- oder zugeordnete Zuflussdrosseleinrichtung aufweist, die die Gaszufuhr in das Ofeninnere periodisch reduziert oder unterbricht. Damit wird erreicht, dass in viel kürzeren zeitlichen Abständen als bei dem konventionellen ununterbrochenen Gasstrom sich die Gasblase von der Düsen Spitze ablösen kann. Es entstehen somit von Anfang an kleinere Blasen, und die Rückwirkungen des "back-attack" auf die Gefäßwand fallen viel geringer aus. Gleichzeitig liegt ein höheres Oberflächen-Volumenverhältnis der Gasblasen vor.

Verfahrensgemäß wird vorgeschlagen, dass der Gasstrom in das Ofeninnere mit Frequenzen oberhalb von etwa 5 Hz periodisch reduziert oder unterbrochen und somit der Gasstrom in kleinere Volumeneinheiten aufgeteilt wird. Es wurde festgestellt, dass ab einer Frequenz von etwa 5 Hz Schaltfrequenz der Zuflussdrosseleinrichtung sich eine deutliche Reduzierung der maximalen Druckamplituden bei annähernd gleicher Frequenz ergeben. Diese günstige Reduzierung der Druckamplituden kann mit zunehmender Schaltfrequenz verstärkt werden mit sehr günstigen Ergebnissen bei einer Schaltfrequenz von beispielsweise 20 Hz und höher.

Die Zuflussdrosseleinrichtung ist in die Gaszuführleitung zu den Düsen und möglichst nah am Düsenaustritt angeordnet.

Grundsätzlich kann jede Art von Zuflussdrosseleinrichtungen bzw. Aggregaten für Gasströme in Frage kommen. Insbesondere wird der Einsatz einer Einrichtung mechanischer Art vorgeschlagen, vorzugsweise ein Magnet- oder ein Servoventil.

Die Anordnung der Zuflussdrosseleinrichtungen soll vorzugsweise so vorgenommen werden, dass sie gebypassed werden können. Hierzu weist das System absperrbare Bypassleitungen auf, die den jeweiligen Leitungen mit integrierter Zuflussdrosseleinrichtung zugeordnet sind. Dann ist es möglich, in bestimmten Blasphasen, zum Beispiel bei Phasen mit niedriger Blasrate, in denen der "back-attack"-Effekt nicht so ausgeprägt ist, den Gasstrom nur durch die Bypassleitungen zu leiten und auf die Regulierung durch die Zuflussdrosseleinrichtungen zu verzichten. Gleichzeitig kann mit einer derartigen Anordnung der Betrieb bei Ausfall eines oder mehrerer der Zuflussdrosseleinrichtungen weitergeführt werden.

Des weiteren wird vorgeschlagen, die Fahrweise von mehreren Zuflussdrosseleinrichtungen untereinander abzustimmen bzw. zu takten. Mehrere Zuflussdrosseleinrichtungen in Kombination mit den entsprechenden Düsen sollen entweder im Gleichtakt oder im Wechseltakt gefahren werden. Hierfür ist eine entsprechende Steuereinrichtung für die Zuflussdrosseleinrichtungen vorgesehen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung einen metallurgischen Ofen mit einem erfindungsgemäßen Gaszuleitungssystem;

Fig. 2 die Darstellung des Wechseldrucks in Abhängigkeit von der Zeit für ein Gaszuleitungssystem mit Düse ohne Ventil nach dem Stand der Technik;

Fig. 3 eine entsprechende Darstellung des Wechseldrucks in Abhängigkeit von der Zeit für ein Gaszuleitungssystem nach der Erfindung mit Pulsation durch ein Magnetventil;

Fig. 4 eine Darstellung des Wechseldrucks in Abhängigkeit von der Zeit für ein Gaszuleitungssystem nach der Erfindung mit Pulsation durch ein Servoventil;

Fig. 5 schematisch die Darstellung des Mechanismus des „back-attack“-Phänomens;

Fig. 6 eine Darstellung der Abhängigkeit der „back-attack“-Frequenz vom Gasblasdruck aus „Injection Phenomena in Extraction and Refining“, ed. by A.E. Wraith, April 1982, Seiten A1- 36.

Fig. 1 zeigt schematisch am Beispiel eines Konverters 1 mit Feuerfest-Auskleidung 2 ein erfindungsgemäßes Gaszuleitungssystem 3 zur Reduzierung bzw. Verhinderung des „back-attack“-Effektes. Bei einem Konverter mit Seitendüsen sind an der Konverterwand mehrere (Tauch-)Düsen eingesetzt, die nach dem Senkrechtstellen des Konverters 1 unterhalb der Badoberfläche 4 liegen. In Fig. 1 ist beispielhaft nur eine der Düsen 5 gezeigt. Die Düse 5 erstreckt sich horizontal durch die Feuerfest-Auskleidung 2 des Ofens. Die Düse 5 ist Teil des Gaszuleitungssystems 3, das zudem Gasleitungen 6 aufweist, in die jeweils eine Zuflussdrosseleinrichtung 7, hier ein Magnetventil oder ein Servoventil, integriert ist. Diese Zuflussdrosseleinrichtung 7 ist möglichst nah am Düsenaustritt angeordnet. Mittels der Zuflussdrosseleinrichtung 7 wird die Gaszufuhr in das Innere des Ofens

bzw. der Metallschmelze periodisch bzw. regelmäßig reduziert oder gänzlich für kurze Zeit unterbrochen. Parallel zu den Gasleitungen 6 weist das Gaszuleitungssystem 7 jeweils Bypassleitungen 8 auf. Mittels einer Sperreinrichtung 9 kann die jeweilige Bypassleitung 8 abgesperrt bzw. geöffnet werden. Im geöffneten Zustand ist dann die Zuflussdrosseleinrichtung 7 bzw. die Sperreinrichtung 9 geschlossen. Die Steuerung des Ventils sowie der Sperreinrichtung 9 wird mittels einer Steuereinrichtung 10 übernommen, die mit dem Ventil sowie der Sperreinrichtung 9 über Steuerleitungen 11 in Verbindung steht. Mittels der Steuereinrichtung 10 wird auch eine Anpassung einzelner Ventile benachbarter Zuleitungen für mehrere Düsen sowie die Sperreinrichtungen der Bypassleitungen gesteuert.

Die Fig. 2 bis 4 zeigen Ergebnisse von Modellversuchen in einem runden Wassertank, bei denen die Druckstöße (Wechseldruck in bar) auf die Gefäßwand mit einem speziellen Sensor über die Zeit in ms gemessen wurden. Bei allen Versuchen wurde eine Runddüse mit einem Durchmesser von 6 mm bei einer Düsenneigung von 0° verwendet. In dem jeweiligen kleineren Teilbild ist die Düse dargestellt mit ihren radialen Einflussbereichen auf die Gefäßwand. Der Messsensor befindet sich an der Stelle V1. Düsen ohne Ventil zeigen zunächst das typische Erscheinungsbild von "back-attack" (vgl. Fig. 2). Bereits ab 5 Hz Schaltfrequenz des Magnetventils ergab sich eine deutliche Reduzierung der maximalen Druckamplituden bei annähernd gleicher Frequenz, hier eine Pulsationsfrequenz von 7 Hz (Fig. 3). Die besten Ergebnisse wurden mit 20 Hz Schaltfrequenz erreicht, welche gleichzeitig für das verwendete Magnetventil die maximale Schaltfrequenz darstellten. Insgesamt werden mit zunehmender Pulsationsfrequenz die Spannungsamplituden des „back-attack“ kleiner.

Aufgrund der Pulsation des Gasstromes kann somit der "back-attack"-Effekt deutlich reduziert werden. Insgesamt können damit bisherige mechanische Schwingungen an boden- oder seitenblasenden Konvertern zur Herstellung von

Kohlenstoffstählen oder rostfreien Stählen - abgeschwächt oder unterdrückt werden. Der Feuerfest-Material- bzw. Mauerwerks-Verschleiß in der Düsenzone wird unterdrückt. Zudem wird der Stoffaustausch zwischen der Gas- und der Flüssigphase im Konverter verbessert.

Bezugszeichenliste:

- | | |
|-----|------------------------------------|
| 1 | Konverter |
| 2 | Feuerfest-Auskleidung |
| 3 | Gaszuleitungssystem |
| 4 | Badoberfläche |
| 5 | Düse |
| 6 | Gasleitung |
| 7 | Zuflussdrosseleinrichtung (Ventil) |
| 8 | Bypassleitung |
| 9 | Sperreinrichtung |
| 10 | Steuereinrichtung |
| 11 | Steuerleitungen |
| | |
| 101 | Gasstrahl |
| 102 | Düse |
| 103 | Metallschmelze |
| 104 | Gasblasen-Säule |
| 105 | Einschnürung |
| 106 | Gasblase |
| 107 | Konverterwand |

15.11.2002

40 347

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

Gaszuleitungssystem für einen metallurgischen Ofen sowie Betriebsverfahren hierzu

Patentansprüche:

1. Gaszuleitungssystem (3) für einen seiten- und/oder bodenblasenden metallurgischen Ofen mit mindestens einer Düse (5), die in der Ofenseitenwand und/oder im Ofenboden angeordnet ist, wobei Gas über eine Leitung (6) des Zuleitungssystems zur Düse (5) und über die Düse in das Innere des metallurgischen Ofens gefördert wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gaszuleitungssystem (3) eine der Düse (5) vor- oder zugeordnete Zuflussdrosseleinrichtung (7) aufweist, die die Gaszufuhr in das Ofeninnere periodisch reduziert oder unterbricht.
2. Gaszuleitungssystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schaltfrequenz der Zuflussdrosseleinrichtung (7) zwischen einer geöffneten Position für eine ungehinderte Gaszufuhr und einer teilweise oder vollständig geschlossenen Position für die reduzierte oder unterbrochene Gaszufuhr oberhalb von 5 Hz liegt.

3. Gaszuleitungssystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zuflusssdrosseleinrichtung (7) nah am Düsenaustritt angeordnet ist.
4. Gaszuleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zuflusssdrosseleinrichtung (7) ein Magnet- oder ein Servoventil umfasst.
5. Gaszuleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das System (3) den jeweiligen Gasleitungen (6) mit integrierter Zuflusssdrosseleinrichtung (7) zugeordnete Bypassleitungen (8) aufweist mit einer Sperreinrichtung (9) für die Bypassleitung (8).
6. Gaszuleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass diese eine Steuereinrichtung (10) für die Zuflusssdrosseleinrichtungen (7) aufweist zur Abstimmung der Fahrweise von mindestens zwei Düsen (5) im Gleich- oder Wechseltakt.
7. Verfahren zum Betreiben eines Gaszuleitungssystems für einen seiten- und/oder bodenblasenden metallurgischen Ofen mit mindestens einer Düse (5), die in der Ofenseitenwand und/oder im Ofenboden angeordnet ist, wobei Gas über eine Leitung (6) des Zuleitungssystems (3) über die Düse (5) in das Innere des metallurgischen Ofens gefördert wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Gasstrom in das Ofeninnere mit Frequenzen oberhalb von 5 Hz periodisch reduziert oder unterbrochen wird.

15.11.2002

40 347

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

Gaszuleitungssystem für einen metallurgischen Ofen sowie Betriebsverfahren hierzu

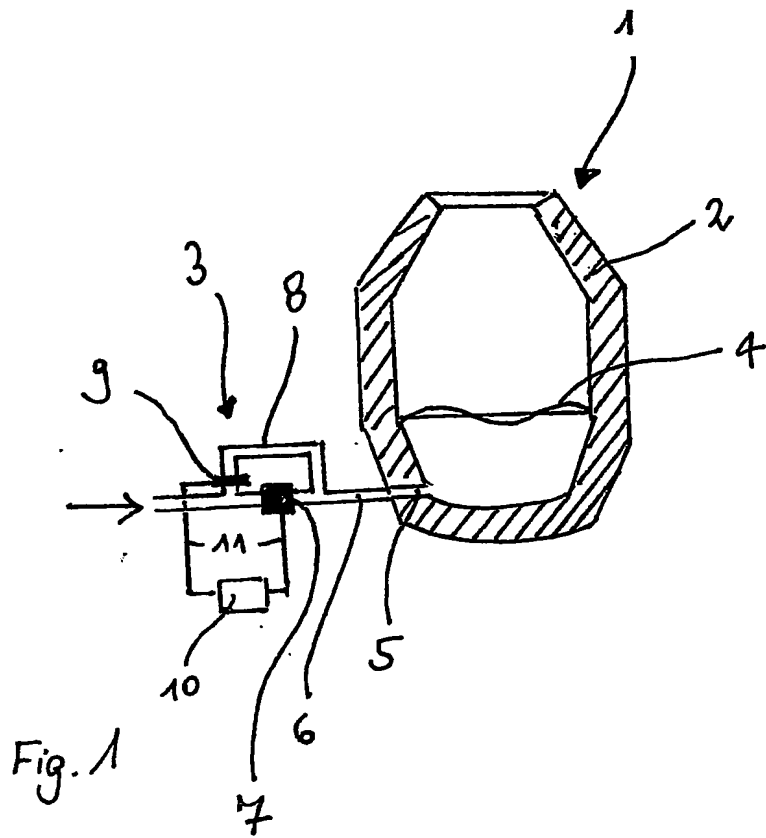
Zusammenfassung:

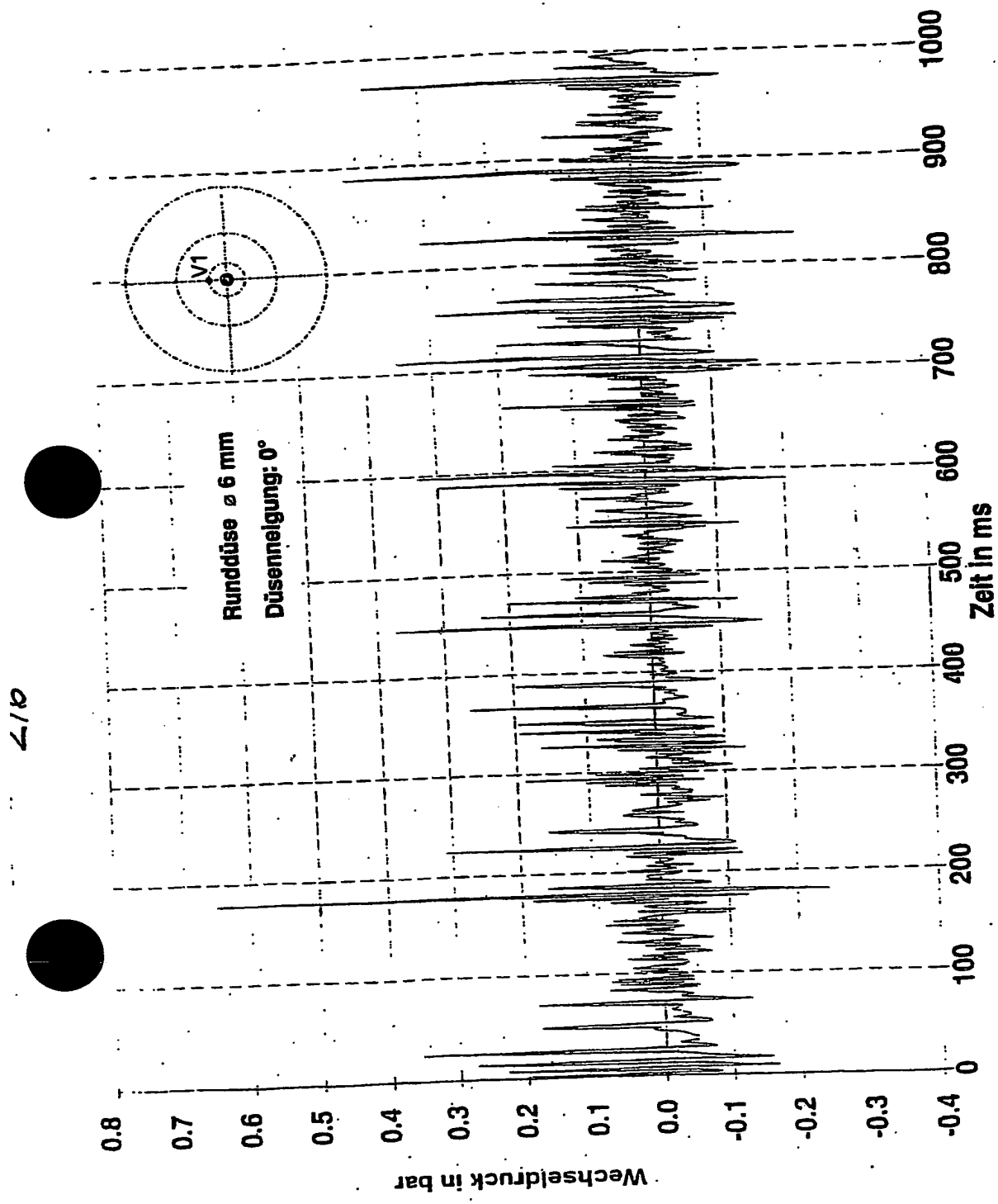
Um Schwingungen (sogenannter „back-attack“-Effekt) an boden- oder seitenblasenden Konvertern, insbesondere zur Herstellung von Kohlenstoffstählen oder rostfreien Stählen, abzuschwächen oder zu unterdrücken, wird vorgeschlagen, dass das Gaszuleitungssystem (3) für den Konverter eine den Düsen (5) vor- oder zugeordnete Zuflussdrosseleinrichtung (7) aufweist, die die Gaszufuhr in das Ofeninnere periodisch reduziert oder unterbricht.

Fig. 1

1/6

40347





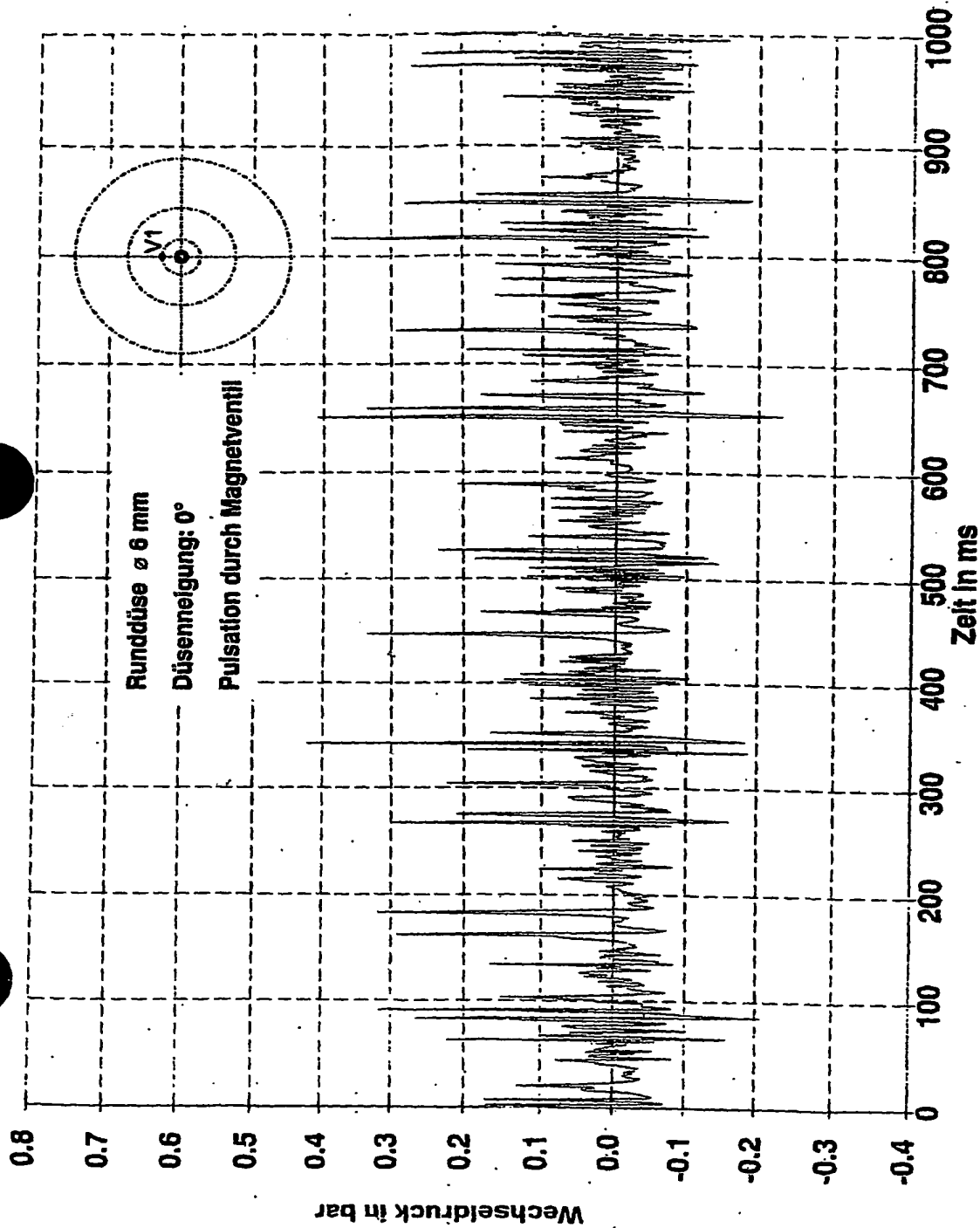
, ohne Ventile

An Meßstelle V1 gemessene Wechseldrucke

Fig. 2

40347

3/6



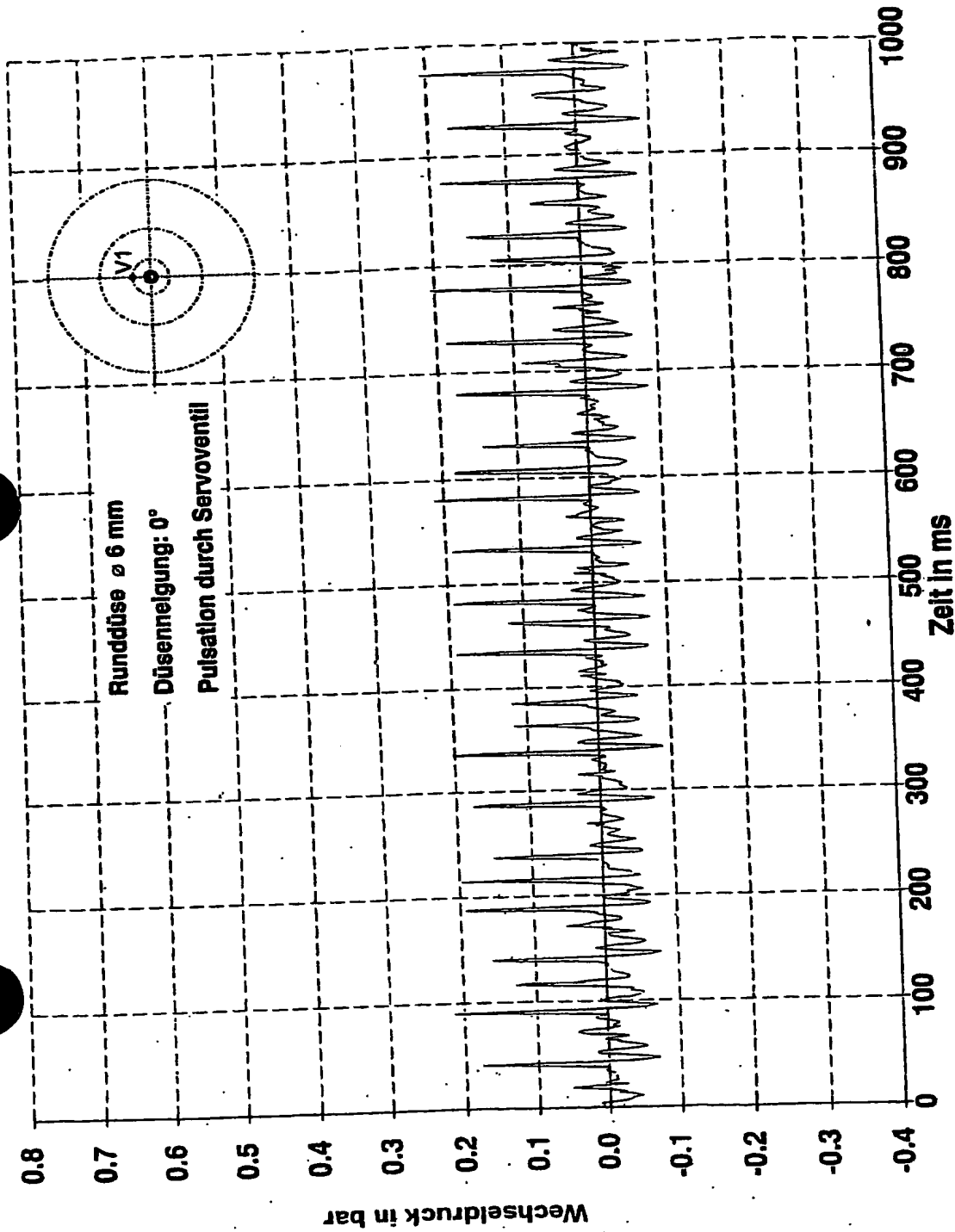
An Meßstelle V1 gemessene Wechseldrucke

, eingestellte Pulsationsfrequenz 7 Hz

Fig. 3

BEST AVAILABLE COPY

4/6



, eingestellte Pulsationsfrequenz 20 Hz

An Meßstelle V1 gemessene Wechseldrücke

Fig. 4

5/6

40347

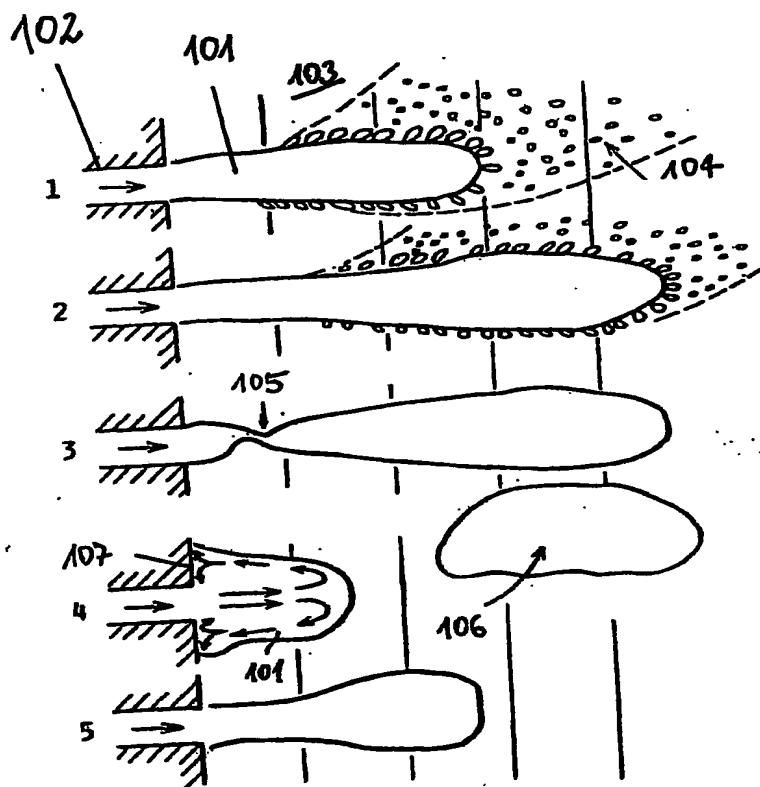
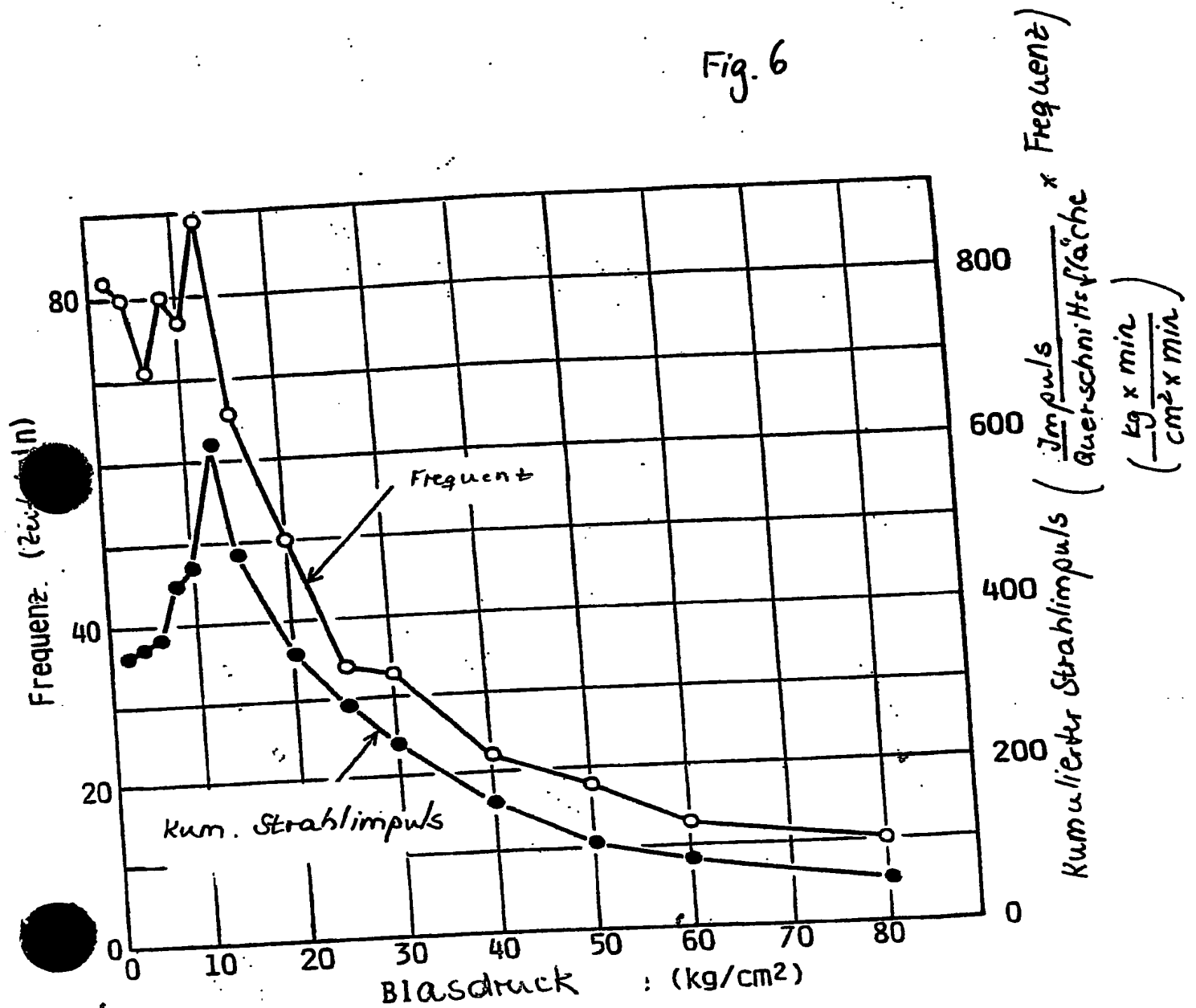


Fig. 5

6/6

Fig. 6



31

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.